

88/2904

43

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3337 646 A1

⑳ Aktenzeichen: P 33 37 646.8
㉑ Anmeldetag: 17. 10. 83
㉒ Offenlegungstag: 26. 2. 87

⑤ Int. Cl. 4:

H04B 7/26 R

H 04 B 7/15
H 04 Q 7/02
H 04 J 3/00
H 04 J 13/00

DE 3337 646 A1

㉗ Anmelder:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

㉘ Erfinder:

Körner, Wolfgang, Dipl.-Ing., 7930 Ehingen, DE;
Walke, Bernhard, Dr.-Ing., 7906 Blaustein, DE

⑤ Funknetz mit einer Vielzahl von mobilen Stationen

Das Funknetz arbeitet im mm-Wellen-Frequenzbereich, wobei halbduplex-fähige Mobilstationen je einen oder mehrere eigene Endteilnehmer über Funkkanäle mit anderen Endteilnehmern verbinden können.

Jede Station ist fähig, als Vermittlung (Relais) zwischen vielen paarweise kommunizierenden benachbarten Mobilstationen zu fungieren, wobei diese nicht selbst Quelle oder Senke der übertragenen Information sein müssen.

Jede Station kann ihrer gleichzeitig erfüllbaren Funktion als Station und Relais die Kommunikation mit entsprechenden Endgeräten anderer Mobilstationen über transparente Zeitmultiplexkanäle für die digitale Übertragung von Sprache, Fernschreiben, Fernkopien, Daten usw. verfügbar machen und die Vermittlung einer großen Zahl von Kanälen benachbarter Mobilstationen wahrnehmen.

Alle Kommunikationsbeziehungen laufen verbindungsorientiert ab, so daß in Funkreichweite befindliche benachbarte Mobilstationen einen Übertragungskanal nur für die Dauer einer Kommunikationsbeziehung aufrechterhalten.

*Eigenschaften des Funknetzes
ll. Daten*

DE 3337 646 A1

BEST AVAILABLE COPY

Patentansprüche

1. Funknetz mit einer Vielzahl von Mobilstationen, an die jeweils ein oder mehrere Endteilnehmer wie Telefon, Fernschreiber usw. angeschlossen sind, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - Das Funknetz arbeitet im mm-Wellen-Frequenzbereich, wobei halbduplex-fähige Mobilstationen je einen oder mehrere eigene Endteilnehmer über Funkkanäle mit anderen Endteilnehmern verbinden können.
 - Jede Mobilstation ist fähig, als Vermittlung (Relais) zwischen vielen paarweise kommunizierenden benachbarten Mobilstationen zu fungieren, wobei diese nicht selbst Quelle oder Senke der übertragenen Information sein müssen.
 - Jede Mobilstation kann in ihrer gleichzeitig erfüllbaren Funktion als Mobilstation und Relais die Kommunikation mit entsprechenden Endgeräten anderer Mobilstationen über transparente Zeitmultiplexkanäle für die digitale Übertragung von Sprache, Fernschreiben, Fernkopien, Daten usw. verfügbar machen und die Vermittlung einer großen Zahl von Kanälen benachbarter Mobilstationen wahrnehmen.
 - Alle Kommunikationsbeziehungen laufen verbindungsorientiert ab, so daß in Funkreichweite befindliche benachbarte Mobilstationen einen Übertragungskanal nur für die Dauer einer Kommunikationsbeziehung aufrecht erhalten.
2. Funknetz gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nicht ständig für jede Kommunikationsbeziehung Verbindungen durch das Netz auf- und abgebaut werden, sondern daß einmal zwischen Mobilstationen eingerichtete Verbindungen bestehen bleiben und nach Bedarf für Kommunikationsbeziehungen genutzt werden.
3. Funknetz gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle auch über unterschiedliche im Netz benutzte Frequenzbänder übertragenen Nachrichten mit demselben Codewort spektral gespreizt werden.
4. Funknetz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vermittlung innerhalb jeder Mobilstation aus einem Zeitschlitz (Kanal) eines systemweit synchronen Rahmens in einen zeitlich später liegenden Zeitschlitz (Kanal) desselben oder des nachfolgenden Rahmens erfolgt.
5. Funknetz nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit Benutzung unterschiedlicher Codewörter, so daß ein Codemultiplex-System entsteht, dadurch gekennzeichnet, daß Codewörter Verbindungen zwischen Endgeräten, evtl. über Relais, zugeordnet werden.
6. Funknetz nach Anspruch 3 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Mobilstation mit Hilfe einer Rechnersteuerung ihren Empfänger für jeden Kanal bezüglich der Empfangspegel-Dynamik und der Kanal-Eigenschaften auf die im vorangegangenen Rahmen festgestellten Werte einstellt.
7. Funknetz nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
 - synchrone Schmalbandkanäle gebildet werden, indem einem Schmalbandkanal nicht alle einem Kanal zugehörigen Zeitschlitz, sondern nur Zeitschlitz je n -ten der aufeinanderfolgenden Rahmen ($n = 2, 3, \dots$) zugeordnet werden,
 - Schmalbandkanäle über Relais geführt werden.

8. Funknetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die synchronen digitalen Übertragungskanäle nach dem asynchronen Zeitmultiplex-Verfahren für paketerorientierte Kommunikation genutzt werden, derart, daß sich viele Mobilstationen in die Übertragungskapazität eines Kanals bzw. Schmalbandkanals unter Verwendung eines Zufalls-Zugriffsprotokolls teilen,
 - derartig genutzte Kanäle selbst auch über Relais geführt sein können.
9. Funknetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Mobilstation eine oder mehrere Schnittstellen besitzt, die ihr die Verbindung mit dem Leitungswahlnetz ermöglicht (Gatewayfunktion).
10. Funknetz nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Mobilstation je eine oder mehrere Schnittstellen zum Anschluß von Fernsprechern und datenorientierten Endgeräten besitzt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Funknetz nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In manchen Anwendungen treten Anordnungen von mobilen Funkstationen auf, die folgende Merkmale haben:

- Betrieb im freien Gelände oder im Wald, auf dem Wasser oder in der Nähe von Häusern (evtl. unter Einbeziehung von Gebäuden),
 - Anordnungen von vielen (z. B. 50–100) Mobilstationen mit je meist mehreren Endteilnehmern,
 - Gesamtausdehnung des durch die Teilnehmer gespannten Netzes von typisch 500 m bis 20 km, evtl. auch mehr,
 - keinerlei für die Organisation und Kommunikation des Netzes verantwortliche zentralisierte Funktionen.
- Fig. 1 zeigt ein beispielhaftes Funknetz mit Mobilstationen A, B und C mit unterschiedlicher Zahl von Telefonteilnehmern und Datenteilnehmern je Station und einer über Station B (als Relais) geführten Verbindung zwischen Telefon 1 der Station A und Telefon N der Station C.

An solche Funknetze werden bzgl. der Kommunikationsmöglichkeiten Forderungen gestellt, z. B.

- Verfügbarkeit aller mit Kabeln realisierbaren Kommunikations-Dienste, z. B. Fernsprechen/-schreiben/-kopien und Datenübertragung mit Leistungsmerkmalen, die denen mit Kabeln entsprechen,
- modulare Ausbaufähigkeit bzgl. der Übertragungskapazität,
- digitale Nachrichtenübertragung,
- alternative Übertragungsraten pro Kanal, z. B. 16, 32 oder 64 kbit/s,
- sehr große mögliche Summendatenrate (Verkehrskapazität) des Kanalbündels des gesamten Funknetzes von z. B. 512, 1.024, 2.048 oder 4.096 Mbit/s,
- Anwendung einer Funk-Übertragungstechnik, die nur zu einer geringen Emission von Signalenergie führt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Funknetz der eingangs genannten Art anzugeben, das die vorstehenden Forderungen erfüllt.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 gekennzeichnet. Die weiteren Ansprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen bzw. Ausführungen der Erfindung.

Unter den bekannten Funksystemen kommt das in

IEEE Trans. Comm. Vol. COM-28, No. 9, Sept. 1980, Seiten 1616—1624 beschriebene der Erfindung am nächsten. Andere relevante Systeme sind in Proceedings of NAECON 1981, IEEE 0547—3578/81/0000—0332, Seiten 332—337 und IEEE Trans. Comm. Vol. COM-27, No. 12, Dec. 1979, Seiten 1938—1945 beschrieben. Das in IEEE Trans. Comm. Vol. COM-28, No. 9, Sept. 1980, Seiten 1616—1624 als Konzept vorgestellte System hat folgende Merkmale:

- Funknetz mit cm-Wellen (7 GHz) zwischen Bodenstationen für militärische Anwendungen, bei dem jede Station einen Sender und einen Empfänger besitzt und halbduplex arbeitet,
- bündelnde Sende- und Empfangsantennen mit 6/10 Grad Öffnung bzgl. Azimut/Elevation,
- Übertragung nach dem synchronen Zeitmultiplex-Verfahren, wobei ein netzweit gültiger Rahmen ca. 65 ms dauert und in 6 Zeitschlitz (Kanäle) zu je 10 ms Dauer unterteilt ist. Jeder Kanal wird von jeder Station (nach einer Verbindungsaufbauprozedur) fest für die Verbindung zu einer von maximal 6 möglichen Nachbarstationen verwendet. Zwischen diesen 6 Kanälen kann jede Station vermitteln und auch eigene Daten übertragen. Zwischen zwei Stationen können auch bei Bedarf zwei oder mehr Kanäle fest geschaltet werden.

Auf den Kanälen werden nach dem asynchronen Zeitmultiplex-Verfahren Daten zwischen rechnerbestückten Endgeräten und in geringem Umfang paketierte Sprache übertragen.

- Der maximal mögliche Stationsdurchsatz beträgt 100 kbit/s.

— Jedes Stationspaar kommuniziert miteinander unter Nutzung eines für diese Verbindung individuellen Codewortes. Eine über Relais geführte Verbindung benutzt abschnittsweise verschiedene Codeworte, aber dasselbe Frequenzband. Das System verwendet also Codemultiplex.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Im Unterschied zu dem in IEEE Trans. Comm. Vol. COM-28, No. 9, Sept. 1980, Seiten 1616—1624 beschriebenen System hat das erfindungsgemäße Funknetz folgende Merkmale:

- Einsatz von mobilen Funkgeräten für die digitale Nachrichtenübertragung unter Nutzung von mm-Wellen.
- Codespreizung (Spread Spectrum) des zu übertragenden Signals, wobei vorzugsweise nur ein Codewort systemweit benutzt wird.
- Ausstattung der Stationen mit Vermittlungsfunktionen, so daß nach Bedarf synchrone transparente Verbindungen nach dem Kanalvermittlungsverfahren zwischen Endteilnehmern auf-/abgebaut werden können. So entsteht z. B. ein Netz mit möglichen Verbindungen gemäß Fig. 2.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für ein Funknetz mit 6 Stationen S1 bis S6, welche untereinander (z. B. wegen Hindernissen/-Entfernungen) nicht voll vermascht, sondern nur über die Kanäle $L_i (i = 1..7)$ verbindbar sind.

• Nur geringer durch Codespreizung verdeckter Organisationsverkehr. Empfangsbetrieb der Stationen, wenn kein Sendewunsch vorliegt.

• Übertragung nach dem Zeitmultiplex-Verfahren über transparente halbduplex Kanäle, welche für synchrone (Kanalumschaltung) und asynchrone (Paketvermittlung) digitale Übertragung geeignet sind mit Datenübertragungsraten, die an die Eigenschaften der Verkehre angepaßt sind, z. B. 16, 32, oder 64 kbit/s pro

Kanal.

• Vermittlungskapazität jeder Station entsprechend der Summendatenrate eines Rahmens, z. B. 512, 1024 oder 2048 kbit/s.

- Existenz evtl. mehrerer zueinander synchroner Rahmen in verschiedenen Frequenzbändern.

• Betrieb der Stationen halbduplex, d. h. Senden und Empfangen ist nicht gleichzeitig im selben Zeitschlitz möglich.

- Adressierungs-Verfahren: Punkt-zu-Punkt, Mehrfachadressierung (einer an mehrere), Rundspruch (einer an alle).

• Verwendung von rundstrahlenden Empfangs-(E-)Antennen und Gerichteten Sende-(S-)Antennen. Evtl. auch gerichtete E-Antennen.

- Schnittstellen an jeder Station für mehrere Fernsprecher und Datenendgeräte.

• Schnittstelle an jeder Station bzgl. des Fernmelde-Leitungsnetzes mit Gateway-Funktion in der Station.

- Schichtung der Kommunikations- und Organisations-Protokolle gemäß dem ISO-Architekturmodell, vgl. Computer Networks 5 (1981), Seiten 77—80.

Einzelprobleme und deren Lösung Auf- und Abbau von Verbindungen

Die Kommunikation zwischen zwei Stationen durchläuft drei Phasen: 1) Verbindungsaufbau, 2) Kommunikation und 3) Verbindungsabbau. Die Nachrichtenübertragung während der Phasen 1) und 3) heißt Signalisierung.

Im Funknetz wird Phase 1), entsprechend üblichen Signalisierungsverfahren, mit Datagrammen abgewickelt. Für die Phasen 2) und 3) wird die Existenz einer Verbindung vorausgesetzt, über die nach Ablauf von Phase 2) der Verbindungsabbau angestoßen wird.

Aufnahme und Abmeldung neu ankommender bzw. abgehender Stationen

Es wird angenommen, daß eine sich um Aufnahme in das Funknetz bewerbende Station über die im Netz gültigen Konventionen wie Frequenzen, Codes, Passworte, Schlüsselverfahren usw. informiert ist. Sie ist dann im Zustand "Bewerbung". Das gesamte Regelwerk (Protokoll) für die Aufnahme einer Station in das Netz bzw. das Abmelden einer Station vom Netz wird dezentral, mit Hilfe von Mikroprozessor-Intelligenz der sich bewerbenden bzw. abmeldenden Station abgewickelt. Das Verfahren wird in einer getrennten Patentanmeldung beschrieben.

Vermittlungs- und Übertragungstechnik

- Information wird über Nachrichtenkanäle übertragen. Dazu muß ein geeignet gewähltes Funkfrequenzband nach festen Regeln genutzt werden. Drei Verfahren sind gebräuchlich und werden in verschiedenen Ausführungen der Erfindung nebeneinander angewandt:

- synchrones Zeitmultiplex (STDM, synchronous time division multiplex)
- Frequenzmultiplex (FDM, frequency division multiplex)
- Codemultiplex (CDM, code division multiplex).

Für die Informationsübertragung über nach einem dieser Verfahren gebildeten Kanäle bestehen zwei Möglichkeiten:

– Kanalvermittlung (Nutzung von Übertragungs-Kapazität auf der Basis von verbindungsorientierten transparenten Kanälen).

– Paketvermittlung (ATDM, asynchronous time division multiplex). Nutzung der Übertragungs-Kapazität einer kanalvermittelten Verbindung im asynchronen Zeitmultiplex-Verfahren für mehrere verschiedene (virtuelle) Verbindungen, vgl. CCITT/X.25 und IEEE Projekt 802.

Beide Verfahren setzen, entsprechend der Zahl zu vermittelnder Kanäle und ihrer Datenübertragungsrate, Vermittlungsfunktionen als Teil der Stationen voraus. Die Vermittlungsleistung muß der Summen-Bitrate aller gleichzeitigen Kanäle entsprechen.

Kanalvermittlung

Anwendung des synchronen Zeitmultiplex-Verfahrens im Netz

Die synchrone Übertragung über ein Netz setzt Synchronismus aller Stationen voraus. Um nicht ständig Synchronisations-Information übertragen zu müssen, werden quartz-stabilisierte, periodisch über Funk synchronisierte Stationen eingesetzt.

Das erfindungsgemäße Funknetz verwendet Übertragungsraten von 16/32 kbit/s laut Empfehlung EUROCOM D/1 bzw. 64 kbit/s gemäß den CCITT-Empfehlungen G.700ff für PCM-Sprachübertragung. Dabei wird von Kanälen mit 64 kbit/s Datenrate ausgegangen und die Unterteilung jedes Kanals im Zeitmultiplex in n Unterkanäle ($n = 24$) mit kleineren Datenraten zugelassen. Eine andere mögliche Variante geht von 16 kbit/s Datenrate aus und bildet Kanäle höherer Raten durch Zusammenfassen von n benachbarten Zeitschlitzten.

Aus Effizienzgründen wird in bevorzugter Ausführung der Erfindung die Nachrichtenlänge eines Zeitschlitzes mit 1064 bit deutlich größer gewählt, als bei einer PCM-Primärgruppe (8 bit). Kanal wird durch in aufeinander folgenden Rahmen periodisch auftretende Zeitschlitzte (slots) gebildet.

Bei 32 Kanälen/Rahmen zu je 64 kbit/s beträgt bei 1064 bit/slot die Rahmenperiode 1/60 s. Fig. 3 zeigt Details eines solchen Rahmens.

Demnach sind ein Rahmenkennungsword und zwischen den Zeitschlitzten Schutzzeiten vorgesehen. Die Nachricht innerhalb jedes Zeitschlitzes wird von einer Synchronisationspräambel und Organisationsdaten, u. a. einem Kennungsbit für den Zustand "Kanal belegt/frei", eingeleitet. Die Summenbitrate aller Kanäle zusammen beträgt 2.048 Mbit/s und entspricht der von 32 PCM-Kanälen zu je 64 kbit/s.

Schleifenlaufzeit bei Sprachübertragung

Die Nachrichtenlänge pro Zeitschlitz berücksichtigt, daß Sprachübertragung nur Schleifenlaufzeiten unterhalb von 200 ms ohne wesentlichen Störeindruck verträgt. In jeder Übertragungsrichtung dürfen deshalb maximal 100 ms Übertragungsverzögerung geduldet werden. Jede von einer Übertragung berührte Station ist entweder Quelle bzw. Senke der Verbindung oder Relais mit Vermittlungsfunktion.

Schutzzeit

Die Schutzzeiten zwischen Zeitschlitzten werden ausreichend groß gewählt, damit Laufzeitunterschiede verschiedener Verbindungen nicht zur Überlappung von

Zeitschlitzten führen können.

Synchronisationspräambel

Stationen sind trotz eigenem Taktnormal nur für begrenzte Dauer fähig, frei laufend synchron zum Netz zu bleiben. Deshalb enthält das Rahmenkennungsword ein Synchronisationsword.

Verbindungen über Relais

In jedem Zeitschlitz eines Rahmens darf stets nur genau eine Station senden. Jede über ein Relais laufende Verbindung benötigt pro Teilabschnitt einen individuellen Kanal.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für die synchrone Kommunikation zwischen Quelle und Senke über zwei Relais R_1 , R_2 . Ein Kanal X benötigt auf den drei Teilabschnitten drei verschiedene Zeitschlitzte.

Eigenschaften des Funkkanals und Konsequenzen

Wegen Mehrwegeausbreitung und daraus resultierenden Laufzeitunterschieden tritt mit steigender Datenrate zunehmend Zeichendispersion auf. Sie läßt sich u. U. mit Echoentzerrern beheben, jedoch nicht annäherungsweise für so große Bitraten, wie sie im vorliegenden Fall angestrebt werden. Übertragungsstörungen durch Dispersion kann man durch geeignete Signalcodierung beseitigen. Deshalb kommt das beschriebene STDM-Verfahren nur innerhalb eines Systems mit Codispreizung in Frage.

Schmalbandige Kanäle innerhalb eines STDM-Systems

Die bisher eingeführten STDM-Kanäle haben eine Bitrate, wie sie für Sprachübertragung bei 64 kbit/s nötig ist. Für manche Datendienste und für Delta-Sprache reichen Kanäle mit kleineren Datenraten aus. Die vorgeschlagene Rahmenstruktur einschließlich der auf die Gegebenheiten des Funkkanals optimierten Zeitschlitzbreite erlaubt auf einfache Weise die Bildung von schmalbandigen Kanälen, ohne daß die in Fig. 3 dargestellte Struktur geändert werden muß. Wie Fig. 5 zeigt, ist lediglich eine Uminterpretation der Zugehörigkeit von Zeitschlitzten gleicher Nummer in aufeinanderfolgenden Rahmen nötig, um aus einem Kanal mit z. B. 64 kbit/s z. B. drei schmalbandige Kanäle 1.1, 1.2 und 1.3 mit je 21.3 kbit/s Datenrate zu machen.

Die Grenze dieser Technik ist nur durch den erträglichen Zeitabstand gegeben, der zwischen zwei aufeinander folgenden, zum gleichen Schmalbandkanal gehörenden, Zeitschlitzten zugelassen werden kann. Beispielsweise kann man bei der vorgeschlagenen Rahmenpulsfrequenz von 60/s genau 120 Schmalbandkanäle mit der Bitrate 532 bit/s aus dem Zeitschlitz Nr. 1 erzeugen. Dabei wird pro Schmalbandkanal nur alle 2 s ein Zeitschlitz mit 1064 bit Inhalt beansprucht. Durch Zusammenfassung von Schmalbandkanälen kann man solche mit unterschiedlichen Datenraten bilden, z. B. ergeben zwei Kanäle mit je 532 bit/s zusammen einen mit 1064 bit/s. Nebeneinander könnten Kanäle mit Raten 532, 1064, 1596, 2128, usw. bit/s existieren, die alle aus dem Zeitschlitz Nr. 1 abgeleitet wurden.

Anwendung des Frequenz-Multiplex-Verfahrens im Netz

Das FDM-Verfahren unterteilt ein gegebenes Frequenzband in mehrere Bänder und erlaubt pro Band die Übertragung von einem oder mehreren Kanälen. Während jedoch das STDM-Verfahren (in Grenzen) erlaubt, benachbarte Zeitschlitz zusammen zu fassen, damit breitere Kanäle zu bilden und dabei eine höhere Flexibilität bzgl. der Übertragungsrate pro Band ermöglicht, legt das FDM-Verfahren ein für alle mal die Bandbreite und damit die maximal mögliche Übertragungsrate fest.

Im erfindungsgemäßen Punktnetz wird ein Frequenzband nach dem STDM-Verfahren genutzt und in einer Variante ein zweites Frequenzband zur Übertragung eines Organisationskanals. Beide Bänder werden vorzugsweise durch dasselbe Codewort gespreizt.

Anwendung des Codemultiplex-Verfahren im Netz

Beim CDM-Verfahren wird die Nachricht einem Träger aufmoduliert und das sich ergebende, im Vergleich zur Kanalbandbreite B des Systems schmalbandige Signal durch Modulation mit Hilfe eines den Kanal kennzeichnenden Codewortes auf die Kanalbandbreite B spektral gespreizt. Dabei ist die Taktfrequenz des Codewortes groß gegenüber der Bandbreite b des Nachrichtensignals. Z. B. fallen 10 bis 100 Codetakte auf einen Nutzbit-Takt des Nachrichtensignals. Man spricht anstelle vom Codetakt auch vom Chiptakt, um ihn vom Takt der Nutzbits unterscheiden zu können. Auf jedes Nutzbit fallen z. B. 10 bis 100 Chips. Nach einer HF-Aufwärtsmischung gelangt das Signal zur Aussendung.

Durch Verwendung unterschiedlicher, geeignet ausgewählter Codeworte können entsprechend viele Übertragungskanäle in der Kanalbandbreite B untergebracht werden. Am Empfänger-Eingang überlagern sich additiv im gleichen Frequenzband n breitbandig codierte Signale (von n Sendern), die leistungsgemäß entsprechend den unterschiedlichen Dämpfungen der Übertragungsstrecke gedämpft sind. Der Empfänger gewinnt nach HF-Abwärtsmischung die für ihn bestimmte Nachricht aus dem Überlagerungsgemisch mit Hilfe seines Codewortes. Dazu wird das Empfangssignal mit dem synchronisierten Codewort multipliziert. Die dadurch bewirkte spektrale Komprimierung hebt das gewünschte Signal frequenzmäßig aus den übrigen durch Produktbildung noch weiter gespreizten Spektren heraus, so daß es mit einem der Nutzsignalbandbreite entsprechenden Bandpaßfilter herausgesiebt werden kann.

Synchronisation auf den Chiptakt

Die Synchronisation (auch Aquisition oder Korrelation genannt) des im Empfänger erzeugten Codewortes auf das empfangene Codewort stellt eines der Hauptprobleme bei Übertragung durch Codespreizung dar. Sie kann verschieden aufwendig realisiert werden und benötigt entsprechend viel Zeit, z. B. bei -20 dB SNR am Empfänger ca. 150 bis 100 mal die Codewort-Länge, bei kleinerem Pegel entsprechend mehr. Die Aquisitionsdauer hängt von der geforderten Erfolgswahrscheinlichkeit P_{ab} ab, daß die Synchronisation tatsächlich und nicht nur scheinbar geglückt ist. Man unterscheidet serielle und parallele Aquisition und Mischformen davon.

Nach erfolgreicher Aquisition besteht ein synchroner Kanal, für den der Erhalt des Codewort-Synchronismus

(Tracking) ständig zu gewährleisten ist. Dazu ist für jeden von einer Station gleichzeitig betreibbaren Kanal eine gesonderte Tracking-Einrichtung erforderlich.

Multiplex-Fähigkeiten des CDM-Verfahrens

Im Kanal der Breite B können gleichzeitig so viele Kommunikationsbeziehungen existieren, wie Codeworte vorhanden sind: Das Frequenzband wird also mehrfach durch Codespreizung genutzt.

Da es u. U. sehr viele Codeworte (= Kanäle) gibt, ist es für eine neu zum Netz stoßende Station S_2 schwierig, sich bemerkbar zu machen:

Dafür ist es erforderlich, daß eine schon vorhandene Station S_1 , die außerdem in Empfangsreichweite von S_2 ist, gerade das von S_2 benutzte Codewort ausprobiert. Offensichtlich ist es dann zweckmäßig, für die Anmeldung ein Codewort zu reservieren und alle Stationen zu verpflichten, sich ständig um Aquisition des Synchronismus dieses Codewortes zu bemühen.

Auch für bereits dem Netz angehörige Stationen ist es zeitaufwendig, mit anderen Stationen Verbindungen herzustellen, denn die Zielstation (bzw. ein Relais auf der Route dorthin) muß sich auf das ausgestrahlte Codewort synchronisieren, was bei großer Zahl von Codeworten sehr zeitaufwendig sein kann.

Deshalb wird in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung auf Codemultiplex verzichtet und Codespreizung mit nur einem Codewort angewandt.

Jede Station sendet nur in dem ihr zugewiesenen Zeitschlitz, während empfangende Stationen aus Gründen der Synchronisation nach Möglichkeit ständig mithören, aber nur in ihrem Empfangszeit Schlitz das Nachrichtensignal auswerten. Da es zu jeder Zeit nur ein gültiges Codewort im System gibt, reicht pro Station ein Paar von Modulatoren bzw. Demodulatoren aus.

Man muß bei Systemen mit großer spektraler Spreizung mit erheblichen Pegelschwankungen der verschiedenen Verbindungen am Empfänger rechnen, die pro Zeitschlitz getrennt berücksichtigt werden müssen. Deshalb kann in Weiterbildung der Erfindung jede Station ihren Empfänger für jeden Kanal bzgl. der Empfangspegel-Dynamik und anderer Kanaleigenschaften auf den im vorangegangenen Rahmen festgestellten Pegel einstellen.

Der wesentliche Aufwand für die Übertragung codespreizter Signale liegt im Empfänger. Strebt man minimalen S/E-Aufwand an, so ist die Verwendung nur eines Codewortes in allen Bändern optimal. Die Lösung ist allerdings nicht sehr frequenzökonomisch, was jedoch bei der geringen Reichweite bei mm-Wellen im oberen Frequenzbereich weniger bedeutend ist.

Anwendung des Paketvermittlungs-Verfahrens im Netz

Das asynchrone Zeitmultiplex-Verfahren ATDM hat sich in vielen Anwendungen bei Funknetzen bewährt. Typisch ist, daß die gesamte im Übertragungskanal verfügbare Bitrate jeder Verbindung für eng begrenzte Dauer zur Verfügung steht, so daß die Übertragungsdauer einer festen Datenmenge deutlich kürzer ist, als bei FDM- oder STDM-Systemen mit gleicher gesamter Datenübertragungsrate. Innerhalb von Paketen herrscht Bitsynchronismus.

Anstelle von kanalorientierten (geschalteten) Verbindungen zwischen Nachrichtenquelle und -senke, wie bei STDM bzw. FDM, werden bei ATDM meistens virtuelle Verbindungen benutzt, die nur jeweils für die Dauer der

Übertragung auf physikalische Übertragungskapazität zugreifen. Eine ATDM-Variante kommt auch ohne virtuelle Verbindungen aus und verwendet stattdessen Datagramme. In einer Weiterbildung der Erfindung wird die Möglichkeit genutzt, in jedem nach dem STDM- oder FDM-Verfahren gewonnenen Kanal auch nach dem ATDM-Verfahren zu übertragen.

Kennzeichnend für das erfindungsgemäße Funknetz ist unter anderem, daß die Signalisierung und das Netzmanagement nach dem ATDM-Verfahren abgewickelt werden, während die Nachrichtenübertragung kanalvermittelt abläuft.

Aufwand für die Vermittlung in jeder Station

Die Vermittlung zwischen bei einer Station ein- und ausgehenden Kanälen erfordert als Teil der Station interne rechnergesteuerte, nach dem Zeitmultiplex-Verfahren benutzte Verbindungswege. Die Koppelanordnung KA jeder Station kann zwischen beliebigen kommenden und gehenden Kanälen durchschalten, vgl. Fig. 6. Eine Verbindung besteht aus zwei Kanälen, je einem für jede Übertragungsrichtung. In Fig. 6 vermittelt eine Station beispielsweise die Verbindungen a, b und c.

Beim erfindungsgemäßen Funknetz haben alle Stationen denselben Rahmentakt, so daß bei einer Station im Zeitschlitz Z1 empfangene Daten stets nur in einen zeitlich später liegenden Zeitschlitz vermittelt werden. Abweichend von Vermittlungen leitungsgebundener Netze werden in Stationen nicht Zeitschlitzinhalte des ankommenden Rahmens in den zeitlich nachfolgenden Rahmen vermittelt, sondern in den nächsten freien Zeitschlitz (meist desselben Rahmens).

Gatewayfunktionen des Netzes

Es gibt keine besonders für die Verbindung des Netzes mit anders organisierten Netzen ausgestatteten Gateway-Stationen. Stattdessen ist jede Station ausreichend ausgestattet, um den Übergang zum Leitungsnetz selbst realisieren zu können. Jede Station besitzt deshalb eine geeignete Leitungs-Schnittstelle (typisch 6-drähtig, 4-Draht und E u. M). Verbindungen zu anderen Netzen werden über geeignete Leitungsnetze realisiert.

Schnittstellen zu den stationseigenen Teilnehmern

Jede Station verfügt über mehrere Schnittstellen zum Anschluß digitaler Fernsprecher und ebenso über mehrere Schnittstellen zum Anschluß von datenorientierten Endgeräten, z. B. Fernschreiber, Sichtgeräte, Fernkopierer usw.

Signalisierung

Signalisierung, d. h. Übertragung von Verbindungsauf- bzw. abbau-Information, wird nach dem ATDM-Verfahren abgewickelt. Sie kann als Inkanal- oder Außerkanal-Signalisierung realisiert sein. Inkanal-Signalisierung wird angewendet, wenn Stationen über den Belastungszustand aller in ihrem S/E-Bereich verfügbaren Kanäle informiert sind. Die dafür notwendige Information wird in einer Ausprägung der Erfindung durch ein Kanalverwaltungsnetz verteilt, in einer anderen Ausprägung durch dezentrale Informationsgewinnung durch die Stationen selbst gewonnen. Die Außerkanal-Signalisierung

lehnt sich an Standardverfahren an. Sie ist entsprechend CCITT-Empfehlung SS.7 oder EUROCOM D/1 (IIA3), für das gesamte Kanalbündel realisiert und wird gegebenenfalls über ein getrenntes Kanalnetz abgewickelt.

Dezentral organisiertes Netz-Management

Funktionen des Netz-Managements sind

- An- und Abmeldung von Stationen beim Netz,
- Verwaltung des Teilnehmerverzeichnisses, d. h. Zuordnung von Stationsnamen zu Adressen des Netzes,
- Verwaltung des Verzeichnisses der Stationsmerkmale,
- Überwachung der Stationen bzgl. Funktion und Beachtung von Vorschriften und Rechten,
- Rekonfiguration des Netzes und Vorbereitung/Steuerung von Ortswechseln von Stationen zur Erhaltung/Verbesserung der Konnektivität,
- Schlüsselmittel-Verwaltung usw.

Es ist bisher üblich, solche Funktionen einer als temporärem Master deklarierten Station zuzuweisen und vorzusehen, daß andere Stationen diese Funktionen übernehmen können (Master transfer). Im betrachteten Netz werden diese Funktionen dezentral mit Hilfe stationeninterner Software ausgeführt.

Organisationsnetz und Kommunikationsnetz

- Das Funknetz ist logisch aufteilbar in ein Kommunikationssystem KOMSYS und ein Organisationssystem ORGSYS. Kanäle können nach Bedarf wahlfrei dem KOMSYS bzw. ORGSYS zugeordnet werden. Dem KOMSYS zugewiesene Kanäle werden nur für Nachrichtenübertragung (Fernsprechen/-schreiben/-kopieren und Datenübertragung) eingesetzt. Alle für die Verwaltung des KOMSYS notwendigen Verkehre wie Signalisierung, An-/Abmelden, Netzmanagement, Synchronisation usw. werden über Kanäle des ORGSYS abgewickelt. Kanäle des ORGSYS unterscheiden sich in ihren Merkmalen nicht notwendig von denen des KOMSYS.

Getrennter ORGSYS-Kanal für Neuanmeldungen

Die erste Kontaktaufnahme einer neuen Station mit dem Funknetz ist für nicht synchronisierte Stationen besonders schwierig herzustellen. Deshalb wird dafür vorzugsweise ein getrennter FDM-Kanal mit einer Datenrate von ca. 16 kbit/s vorgesehen, vgl. Fig. 7. Es besteht sonst die Gefahr der Störung des normalen Netzverkehrs durch neu ankommende Stationen.

Systemvarianten

- Das Funknetz soll bei bzgl. der Anforderungen an Kanalkapazität und Verdeckung des Funkverkehrs unterschiedlichen Anwendungen einsetzbar sein. Deshalb werden Varianten unterschieden, die sich in der Verdeckung von Teilen des Funkverkehrs unterscheiden. Die Nachrichtenübertragung im KOMSYS erfolgt in allen Varianten mit Hilfe codegespreizter Signale, wobei
 - systemweit nur ein Codewort eingesetzt wird,
 - Bänder nach dem FDM-Verfahren verfügbar gemacht werden,
 - Kanäle nach Bedarf synchron oder asynchron genutzt werden.

Die Varianten unterscheiden sich darin, welche Ver-

kehr bei der Neuanmeldung bzw. der Signalisierung offen bzw. durch Codespreizung verdeckt übertragen werden. Der offene Verkehr wird in einem vom KOM-SYS verschiedenen FDM-Band über das ORGSYS übertragen. Die dezentrale Organisation der Verwaltungsfunktionen des Netzes wird in einer anderen Patentanmeldung beschrieben.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

THIS PAGE BLANK (USPTO)

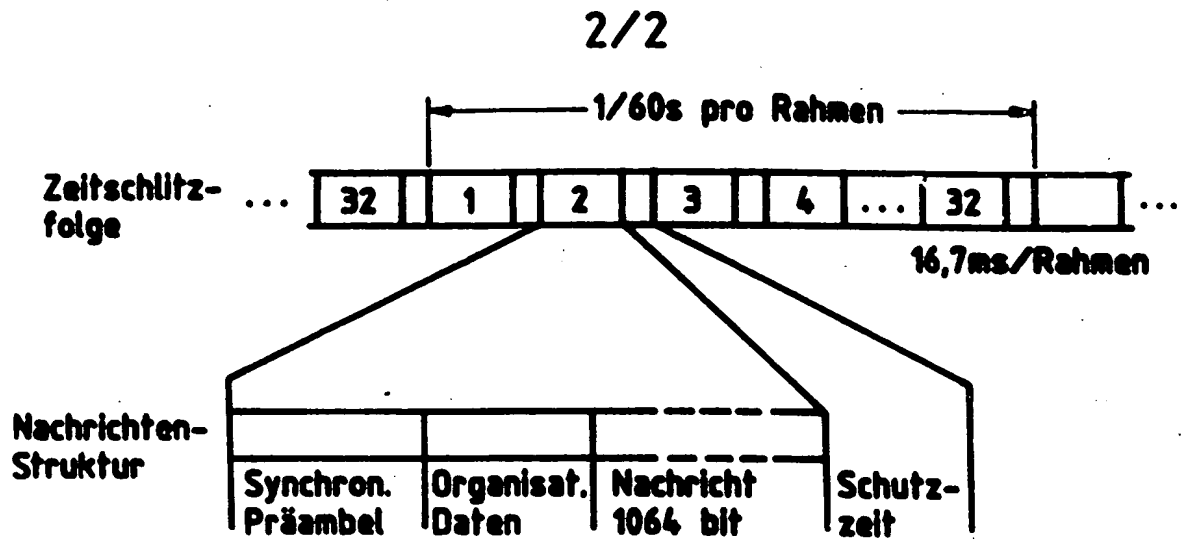


FIG. 3

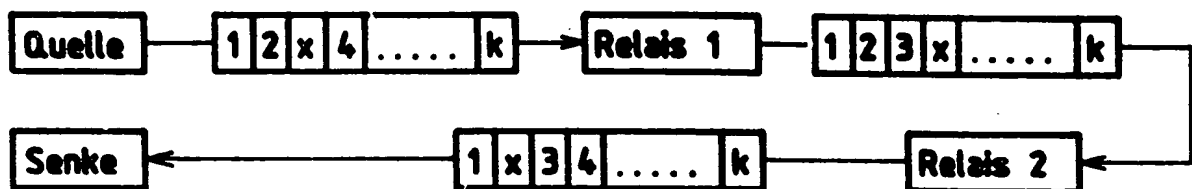


FIG. 4

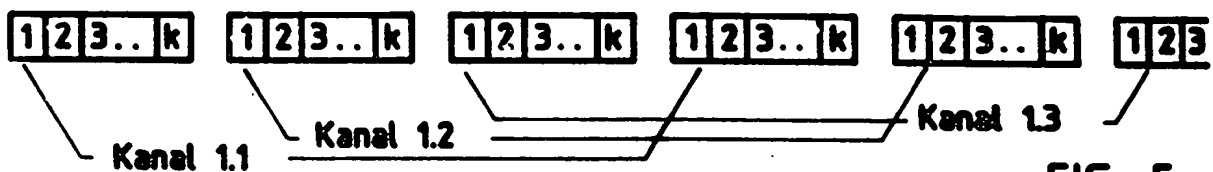


FIG. 5

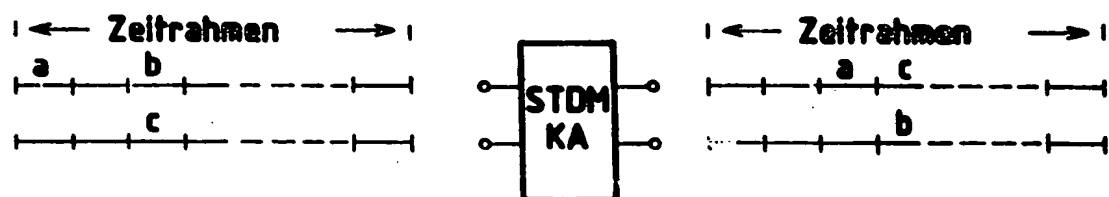


FIG. 6



FIG. 7

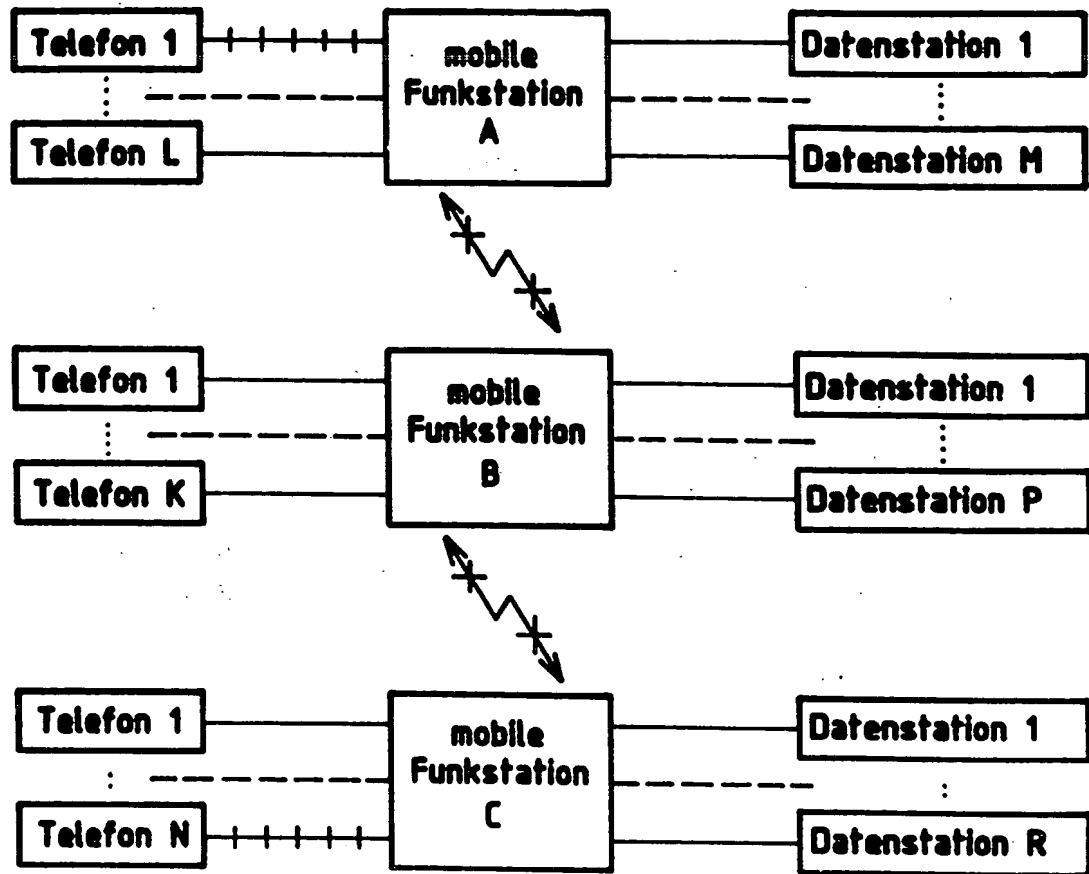


FIG. 1

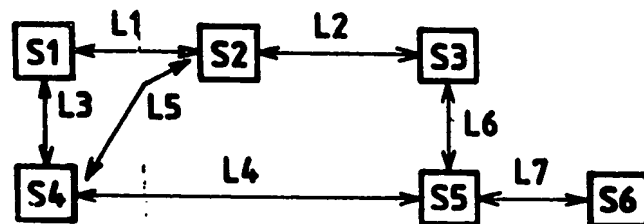


FIG. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)